

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS ✓
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- . COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Problem Image Mailbox.**



18.07.1990

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift  
⑩ DE 41 23 722 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
H 03 M 1/24  
G 01 B 11/00

②1 Aktenzeichen: P 41 23 722.6  
②2 Anmeldetag: 17. 7. 91  
④3 Offenlegungstag: 23. 1. 92

DE 41 23 722 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
18.07.90 JP 2-187988

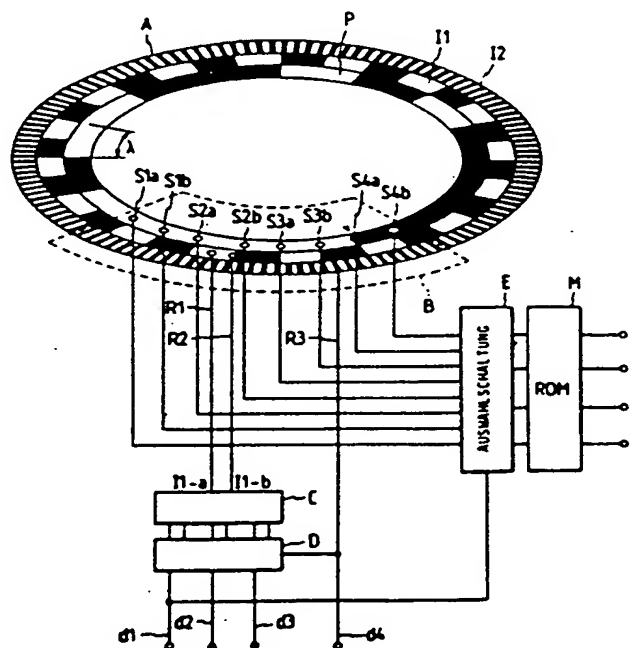
⑦1 Anmelder:  
Nikon Corp., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:  
Blumbach, P., Dipl.-Ing., 6200 Wiesbaden; Weser,  
W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Kramer, R., Dipl.-Ing.,  
8000 München; Zwirner, G., Dipl.-Ing.  
Dipl.-Wirtsch.-Ing., 6200 Wiesbaden; Hoffmann, E.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:  
Imai, Motokatsu, Yokohama, Kanagawa, JP; Ohno,  
Koh, Zama, Kanagawa, JP; Matsumoto, Tsuyoshi,  
Tokio/Tokyo, JP

⑤4 Absolutwert-Kodierer

⑤7 Der Kodierer enthält eine Kodeplatte (A) mit einem Einspur-Absolutwert-Muster (P), dessen kleinste Leseinheit  $\lambda$ , einem ersten Inkrementalmuster (I1) mit einer Periode  $\lambda$  und einem zweiten Inkrementalmuster (I2) mit einer Periode  $2 \cdot \lambda$ . Ein Detektorabschnitt (B) ist relativ zu der Kodeplatte (A) beweglich und enthält eine Einrichtung zum Erfassen des Absolutwert-Musters, um ein Absolutwert-Mustersignal zu erzeugen. Mit einer Einrichtung zum Erfassen des ersten Inkrementalmusters wird ein erstes Inkrementalsignal, und mit einer Einrichtung zum Erfassen des zweiten Inkrementalmusters wird ein zweites Inkrementalsignalsignal erzeugt. Aus dem ersten Inkrementalsignal wird durch Interpolieren ein im Zyklus kürzeres Inkrementalsignal erzeugt, und dieses wird mit dem zweiten Inkrementalsignal synchronisiert. Das Absolutwert-Mustersignal, das zweite Inkrementalsignal und das synchronisierte erste Inkrementalsignal repräsentieren die relative Lagebeziehung zwischen der Kodeplatte (A) und dem Detektorabschnitt (B).



DE 41 23 722 A 1

Die Erfindung betrifft einen Absolutwert-Kodierer, der mit einer Kodeplatte versehen ist, auf der einspurige Absolutwert-Muster ausgebildet sind, und der aus den Mustern Absolutwert-Positionsinformationen eines die Kodeplatte umfassenden Detektorabschnitts liest. Speziell geht es hier um ein Verfahren zum Verbessern der Auflösung eines Absolutwert-Kodierers durch Unterteilen einer kleinsten Leseinheit der Absolutwert-Muster (Interpolations-Verarbeitung).

Ein Absolutwert-Kodierer ist ein Meßgerät, in welchem Sensoren an einem Detektorabschnitt des Kodierers spezielle Muster lesen, die auf einer Kodeplatte ausgebildet sind, um dadurch ein Signal zu erzeugen, welches eine absolute Position oder Stellung eines Detektorabschnitts bezüglich einer Kodeplatte angibt. Die erfaßten Muster bedeuten jeweils eine verschiedene Adresseninformation verschiedener Lagebeziehungen zwischen der Kodeplatte einerseits und dem Detektorabschnitt andererseits. Bei einem herkömmlichen Absolutwert-Kodierer, der als Mehrspur-Kodierer ausgebildet ist, sind mehrere digitale, sich wiederholende Muster (Inkremental-Muster) mit unterschiedlichen Perioden oder Schrittweiten auf der Kodeplatte des Kodierers parallel zueinander angeordnet, und Adressen der absoluten Positionen werden auf der Kodeplatte des Kodierers dadurch gebildet, daß man jeweils ein Signal mit derselben Phasenlage aus mehreren Mustern empfängt. In der JP-OS 1-1 52 314 ist ein Einspur-Kodierer offenbart, bei dem Adressen einer absoluten Position auf einer Kodeplatte dadurch gebildet werden, daß man mehrere Phasenlagen auf einem erfaßten Muster erfaßt (es handelt sich hier um ein Einspur-Absolutwert-Muster), wobei das Muster mit einer gewissen kleinsten Leseinheit gemäß der räumlichen Aufeinanderfolge angeordnet ist. Verglichen mit dem Mehrspur-Kodierer ist der Einspur-Absolutwert-Kodierer im Aufbau und in der Einstellung eines Sensors einfach und eignet sich zur Miniaturisierung der Kodeplatte.

Es wurde berichtet, daß ein Einspur-Absolutwert-Kodierer noch dadurch verbessert werden konnte, daß Inkremental-Muster parallel zu den Absolutwert-Mustern auf der Kodeplatte angeordnet wurden. Aus der JP-OS 2-35 314 beispielsweise ist es bekannt, daß die Lesezeit eines Einspur-Absolutwert-Kodierers von erfaßten Signalen gesteuert wird, oder die Auflösung des Kodierers verbessert wird durch Kombinieren einer aus einem Einspur-Absolutwert-Muster erhaltenen Adresse mit Signalen (0, 1), die von Inkremental-Mustern erhalten werden.

Fig. 6 zeigt eine Draufsicht auf einen Absolutwert-Kodierer mit verbesserter Auflösung.

Wie in Fig. 6 gezeigt ist, sind parallel zu dem Einspur-Absolutwert-Muster P, welches eine Länge  $\lambda$  einer kleinsten Leseinheit aufweist, eine erste Inkrementalspur H1 mit einer Periode oder Teilung  $\lambda$ , eine zweite Inkrementalspur H2 mit einer Periode oder Teilung  $\lambda/2$  und eine dritte Inkrementalspur H3 mit einer Periode oder Teilung  $\lambda/4$  auf der Kodeplatte A ausgebildet. An einem Detektorabschnitt B sind Photosensoren S1—S4 und U1—U3 montiert, um sowohl vier kleinste Leseinheiten zu erfassen, die nebeneinander auf der Spur P angeordnet sind, als auch die Spuren H1—H3 zu erfassen.

Die Spur P repräsentiert sämtliche vier Bits umfassenden Sequenzen eines Zyklus, die sich von einem Symbol im Uhrzeigersinn bewegen, wobei weiße Ab-

schnitte eine "0" und schwarze Abschnitte eine "1" bedeuten. Demnach erhält man:

0000100110101111

Jeder der Codes, der durch eine vierstellige Sequenz gebildet wird, unterscheidet sich von den anderen Codes. Wenn gemäß Fig. 6 der Detektorabschnitt B nacheinander im Uhrzeigersinn weiterbewegt wird, so erhält man nacheinander sechzehn Binär-Codes, die durch die Ausgangssignale der Photosensoren S1—S4 zusammengesetzt werden: 0000, 0001, 0010, 0100, 1001, 0011, 0110, 1101, 1010, 0101, 1011, 0111, 1111, 1110, 1100 und 1000, wobei sich die einzelnen Codes jeweils bei einer Weiterbewegung um  $\lambda$  ergeben. Diese Codes können also sechzehn Absolut-Stellungen oder -Positionen voneinander unterscheiden.

Wenn die Ausgangssignale der Photosensoren U1—U3, welche die Spuren H1—H3 lesen, für weiße Abschnitte eine "0" und für schwarze Abschnitte eine "1" darstellen, so erhält man im Uhrzeigersinn für sämtliche Abschnitte der Länge  $\lambda$  auf der Kodeplatte bei jeweils einem Teilabschnitt  $\lambda/8$  folgende drei Bits umfassende Codes: 111, 110, 101, 100, 011, 010, 001 und 000. Der Mehrspur-Absolutwert-Kodierer setzt sich zusammen aus den Spuren H1—H3 und den Photosensoren U2—U3.

Auf diese Weise kann man insgesamt sämtliche, jeweils sieben Ziffern umfassende und voneinander verschiedene absolute Positionsinformations-Werte erhalten, bei denen der Detektorabschnitt B sämtliche Lagebeziehungen in Schrittweiten von  $\lambda/8$  auf der Kodeplatte A einnimmt, wobei die Signale der Photosensoren S1—S4 die vier Stellen höherer Ordnung bilden und kombiniert werden mit den von den Photosensoren U1—U3 kommenden Signalen, welche die drei niedrigwertigen Stellen bilden.

Verwendet man sämtliche Zyklusfolgen, die 128 absolute Positionen pro Zyklus bei jeder Schrittweite von  $\lambda/8$  unterscheiden können, und wendet man die Einspur-Absolutwert-Muster, welche die Folgen durch weiße und schwarze Abschnitte ausdrücken, auf die Spur P an, so erhält man einen Kodierer, der die gleiche Auflösung besitzt wie der oben beschriebene Kodierer, wobei man jedoch die Spuren H1—H3 fortlassen kann. Wenn allerdings auf eine Minimierung einer kleinsten Leseinheit eines Einspur-Absolutwert-Musters Wert gelegt wird, so muß auch der Sensor minimiert werden. Da Herstellung und Montage des Sensors ebenso wie die Signalverarbeitung Beschränkungen darstellen, kann man kaum eine zuverlässige Lesegenauigkeit erzielen. Bei einem Absolutwert-Kodierer mit drei zusätzlichen Spuren H1—H3 gemäß Fig. 6 wird ein kleinster Abschnitt durch Inkremental-Muster von einem anderen Abschnitt unterschieden. Wendet man also ein Detektorverfahren an, bei dem eine Kenngröße eines Zyklus (eine Regel) verwendet wird, so erzielt man eine wesentlich höhere Lesegenauigkeit als bei einem reinen Einspur-Kodierer des oben beschriebenen Typs.

Die Fig. 7A bis 7C zeigen Beispiele für Detektorverfahren, die von einer Kenngröße dieses Musters Gebrauch machen. Fig. 7A ist eine Vertikal-Schnittansicht eines typischen Detektorabschnitts. Fig. 7B zeigt die von dem Detektorabschnitt empfangene Lichtmenge, und Fig. 7C zeigt die aus dem empfangenen Licht erzeugten Inkrement-Signale. Diese Technik wurde in großem Umfang bei Mehrspur-Absolutwert-Kodierern eingesetzt.

Gemäß Fig. 7A sind auf der Kodeplatte A Inkrementalspuren H mit einer Teilung oder Schrittweite  $\lambda$  ausgebildet. Der Detektorabschnitt setzt sich zusammen aus einer Lichtquelle F, die zum Lesen eines Musters dient, einer Kollimatorlinse L1 zum Parallelisieren des von der Lichtquelle kommenden Lichts, einer Index-Skala (Maske) M, die in Längsrichtung ein Muster ähnlich dem Spurmuster H mit fünf Teilungen enthält, einer Kollimatorlinse L2 zum Sammeln des Lichts, und einem Lichtempfangselement U.

In dem oben erläuterten Detektorabschnitt B strahlt die Lichtquelle F Licht ab, welches von der Linse L1 in ein Bündel von parallelen Lichtstrahlen umgesetzt wird. Das Licht durchdringt einen fünf Schrittweiten umfassenden Überlappungsabschnitt zwischen der Skala M und der Spuranordnung H und wird von der Linse L2 auf den Lichtempfänger U konzentriert.

Bei einer Bewegung des Detektorabschnitts B gegenüber der Kodeplatte A, die eine Schrittweite oder eine Periode umfaßt, wird gemäß Fig. 7 der Pegel des von dem Kondensator U erfaßten Lichts in einer Dreieckswellenform geändert, und zwar zwischen einem Wert 0 und einem Pegel, der fünfmal so hoch ist wie der Pegel, der erhalten würde, wenn man nur das Licht von einer Schrittweite oder einer Periode empfinde. Das Signal ist durch einen hohen Rauschabstand gekennzeichnet. Mit Hilfe einer Schaltung, die die erfaßten Lichtmengen bei einer in Fig. 7B dargestellten gestrichelten Linie vergleicht, erhält man die in Fig. 7C dargestellten Inkrementalsignale, die zwei Zustände innerhalb einer Schrittweite oder Periode deutlich unterscheiden.

In der oben beschriebenen Weise lassen sich kleine Schrittweiten oder Perioden auslesen, ohne daß man hierzu den Sensor miniaturisieren muß. Bei dem Absolutwert-Kodierer nach Fig. 6 könnte man dieses Verfahren auf die Spuren H1—H3 anwenden, um so die Auflösung des Kodierers auf  $2^n$  zu erhöhen, wobei n drei Inkrementalspuren bedeutet.

Entwickelt man den in Fig. 6 dargestellten Absolutwert-Kodierer und das damit zusammenhängende Verfahren weiter, so erhält man einen Absolutwert-Kodierer mit einer wesentlich höheren Auflösung, indem man eine Spur H4 mit einer Periode  $\lambda/8$  und eine Spur H5 mit einer Schrittweite  $\lambda/16$  der Kodeplatte A hinzufügt. Erhöht man die Anzahl der Spuren, so wird die Kodeplatte A entsprechend größer und außerdem erhöht sich die Anzahl der Sensoren. Damit kann man die Spuren und die Sensoren kaum noch an dem Kodierer montieren und einstellen, so daß die wesentlichen Vorteile eines Einspur-Absolutwert-Kodierers verlorengehen. Es sei darauf hingewiesen, daß der Absolutwert-Kodierer vorzugsweise derart ausgelegt wird, indem man von Anfang an den Mehrspur-Typ zugrundelegt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Absolutwert-Kodierer mit Mustern des Absolutwert-Kodierers vom Einspurtyp zu schaffen, der eine ähnlich hohe Auflösung besitzt wie der in Fig. 6 dargestellte Kodierer, ohne daß dazu jedoch die Anzahl von Inkrementalspuren erhöht wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe umfaßt der erfindungsgemäße Absolutwert-Kodierer:

Eine Kodeplatte mit Absolutwert-Mustern vom Einspurtyp mit einer kleinsten Leseinheit der Länge  $\lambda$ , mit einem ersten Inkrementalmuster der Periode  $\lambda$  und einem zweiten Inkrementalmuster mit der Periode  $2^{-n}\lambda$ , wobei jedes dieser Muster auf der Kodeplatte ausgebildet ist; einen Detektorabschnitt mit Mitteln zum Erfassen des

Absolutwert-Musters derart, daß ein Absolutwert-Mustersignal erhalten wird, mit Mitteln zum Erfassen des ersten Inkrementalmusters derart, daß ein erstes Inkrementalsignal erhalten wird, und mit Mitteln zum Erfassen des zweiten Inkrementalmusters derart, daß ein zweites Inkrementalsignal erhalten wird, wobei der Detektorabschnitt relativ zu der Kodeplatte bewegbar ist; eine erste Interpoliereinrichtung zum Erzeugen eines interpolierten ersten Inkrementalsignals eines kürzeren Zyklus mit Hilfe der Interpolation auf der Grundlage des ersten Inkrementalsignals; und

eine Synchronisiereinrichtung zum Synchronisieren des interpolierten ersten Inkrementalsignals und des zweiten Inkrementalsignals derart, daß ein synchronisiertes erstes Inkrementalsignal erhalten wird;

wobei das Absolutwert-Mustersignal, das zweite Inkrementalsignal und das synchronisierte erste Inkrementalsignal eine relative Lagebeziehung zwischen der Kodeplatte und dem Detektorabschnitt anzeigen.

Mit diesem Aufbau ergibt sich eine verbesserte Auflösung des erfindungsgemäßen Absolutwert-Kodierers.

Vorzugsweise sieht die Erfindung vor, daß der Absolutwert-Kodierer eine solche zweite Interpoliereinrichtung enthält, die das zweite interpolierte Inkrementalsignal mit einem kürzeren Zyklus erzeugt. Hierdurch wird die Auflösung weiter verbessert.

Bei dem Absolutwert-Kodierer gemäß der Erfindung ist die Länge  $\lambda$  einer kleinsten oder minimalen Leseinheit der Absolutwert-Muster unterteilt und segmentiert, und jedem der Segmente ist ein individueller Adressenkode zugeordnet. Der Adressenkode für jedes Segment in der Periode  $\lambda$  wird bei jeder Periode  $\lambda$  auf die absolute Positionsinformation addiert, die von den Absolutwert-Mustern des Einspurtyps erhalten werden, ähnlich wie bei dem Absolutwert-Kodierer nach Fig. 6. Hierdurch erhält die absolute Positionsinformation eine hohe Auflösung. Ohne eine Zählerstand-Verarbeitung der Inkrementalsignale zu erhalten, wird die absolute Positionsinformation aus Signalen erzeugt, die von den Absolutwert-Mustern und dem ersten und dem zweiten Inkrementalmuster erhalten werden.

Bei dem Absolutwert-Kodierer nach Fig. 6 werden m-Bits umfassende Signale erhalten, zum Beispiel  $2^1$ ,  $2^2$ ,  $2^m$  ... etc., wenn m Inkrementalmuster-Spuren zur Verfügung stehen. Bei dem Absolutwert-Kodierer gemäß der Erfindung jedoch werden mit Hilfe einer Interpoliereinrichtung aus einem Inkrementalmuster mit einer Periode oder Schrittweite  $\lambda$  die gleichen n-Bits umfassenden Signale, wie oben erläutert, erhalten:  $2^1$ ,  $2^2$ ,  $2^n$  ... Als nächstes werden die Phasen der erzeugten n-Bits umfassenden Signale von der Synchronisiereinrichtung eingestellt, um mit den zweiten Inkrementalsignalen synchronisiert zu werden. Da das zweite Inkrementalmuster die Zustände "0" und "1" in Schrittweiten oder Perioden von  $2^{-2}$  aufweist, erhält man eine Auflösung, die  $2^{n+1}$ mal so groß ist wie diejenige des Absolutwert-Musters vom Einspurtyp.

Die Interpoliereinrichtung dividiert die Länge der kleinsten Leseinheit  $\lambda$  folgendermaßen:

1) In der Periode  $\lambda$  werden die Phasen-Perioden-Positionen alle  $2^{-2}\lambda$  geteilt, indem eine Analog-Operation unter Verwendung der aus dem ersten Inkrementalmuster erhaltenen Signale durchgeführt wird.

2)  $2^n$  oder mehr Inkrementalsignale, bei denen der Zyklus  $\lambda$  beträgt und die Phase unterschiedlich ist, werden derart erzeugt, daß mehrere Sensoren ent-

lang den Mustern des ersten Inkrementalmusters positioniert sind. Alle  $2^{-n}$  Phasenpositionen in der Periode  $\lambda$  werden dividiert durch die Phasendifferenz jedes Inkrementalsignals, und es werden  $n$ -Bits umfassende Adreßkodes generiert, um die Phasenpositionen alle  $2^{-n} \lambda$  abwechselnd zu unterscheiden.

Bei der erstgenannten Analog-Operation kann ein Widerstand oder eine Phase einer Rechteckwelle, die von dem Detektor erhalten wird, gemäß Fig. 7 geteilt werden. In einem Beispiel der ersten Ausführungsform, die weiter unten erläutert wird, gibt es eine weitere Möglichkeit, eine Phasenposition alle  $\lambda/2$ ,  $1/4 \lambda$ , ...  $2^{-n} \lambda$  derart zu unterscheiden, daß zwei Detektorpaare gemäß Fig. 7 mit einem Phasenabstand von  $\lambda/4$  angeordnet werden, zwei erhaltene Rechteckwellen als Sinus- beziehungsweise Kosinuswellen behandelt werden, und ein Tangens-Wert ( $\tan \Theta$ ) an einer beliebigen Phasenposition  $\Theta$  ermittelt wird, so daß dann der Tangens-Wert mit einem Wert des Kurvenverlaufs von  $\tan \Theta$  eines Norm-Zyklus von  $\lambda$  verglichen wird.

Beim letztgenannten Beispiel dafür, wie mehrere Inkrementalsignale unterschiedlicher Phasen aus dem ersten Inkrementalmuster erhalten werden, sind gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel  $2^n$  Detektoren der in Fig. 7A dargestellten Art auf der ersten Inkrementalspur mit einer Phasendifferenz von  $2^{-n} \lambda$  angeordnet, und alle  $2^{-n} \lambda$  werden  $2^{-n}$  Inkrementalsignale erzeugt. Mit Hilfe einer digitalen Operation oder einer Eins-zu-Eins-Umsetzung der Kombination der Signale erhält man alle  $2^{-n} \lambda$  unterschiedliche Phasenpositionen.

Im Hinblick darauf, daß die Phasen der Inkrementalsignale, wie sie aus den ersten Inkrementalsignalen erhalten werden, mehr oder weniger in gegenseitiger Abhängigkeit oder auch absolut durch ungleichmäßige Kennwerte der Sensoren und durch Fehler bei der Montage der Sensoren verzerrt sind, werden die Phasen von der Synchronisiereinrichtung gleichförmig mit den zweiten Inkrementalsignalen gemacht.

Wenn man die zweite Interpoliereinrichtung an dem Detektorabschnitt des erfindungsgemäßen Absolutwert-Kodierers anordnet, unterteilt die zweite Detektoreinrichtung die zweiten Inkrementalmuster, die eine kleinste Teilungseinheit in dem oben erläuterten Absolutwert-Kodierer bilden, und erzeugt Inkrementalsignale, um jeden Abschnitt von einem anderen unterscheiden zu können.

Bei einem Absolutwert-Kodierer gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Auflösung verbessert, es reichen jedoch zwei Inkrementalmuster für den Kodierer aus. Im Fall des in Fig. 6 dargestellten Absolutwert-Kodierers werden die Phasen einer großen Anzahl von Inkrementalmustern bei der Montage der Sensoren eingestellt. Der Absolutwert-Kodierer gemäß der Erfindung erfordert keine Phaseneinstellung und eignet sich insbesondere zur Miniaturisierung der Kodeplatte. Da die Unterscheidung von kleinsten Abschnitten durch Inkrementalmuster erfolgt, läßt sich eine hochgenaue Ablesung mit Hilfe einer zyklischen Charakteristik eines Musters erzielen.

Bei einem solchen Absolutwert-Kodierer gemäß der Erfindung sind die zweiten Inkrementalmuster sehr feine Muster, die an der Grenze der Detektorempfindlichkeit der Sensoren liegen, und dennoch lassen sich Absolutwerte von Positionen mit wesentlich höherer Genauigkeit ermitteln, indem die zweiten Inkrementalmuster interpoliert werden.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Ansicht eines Aufbaus einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 eine Schaltungsskizze, die die Arbeitsweise des Absolutwert-Kodierers gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung veranschaulicht,

Fig. 3 ein Impulsdiagramm, welches die Arbeitsweise einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Absolutwert-Kodierers veranschaulicht,

Fig. 4 eine Vertikal-Schnittansicht der zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Absolutwert-Kodierers,

Fig. 5A und 5B Ansichten zum Veranschaulichen der zweiten Ausführungsform der Erfindung, wobei Fig. 5A ein Impulsdiagramm für jedes Inkrementalsignal und Fig. 5B eine vergrößerte Ansicht eines Teils der Fig. 5A in Richtung  $\lambda$  ist,

Fig. 6 eine Darstellung der Konstruktion eines herkömmlichen Absolutwert-Kodierers, und

Fig. 7A bis 7C Skizzen, die veranschaulichen, wie Inkrementalmuster unter Verwendung der zyklischen Eigenschaften der Muster erfaßt werden, wobei Fig. 7A eine Vertikal-Schnittansicht des Detektorabschnitts, Fig. 7B ein Wellenzug zum Veranschaulichen der von dem Detektorabschnitt erfaßten Lichtmenge und Fig. 7C ein Impulsdiagramm der aus dem erfaßten Licht erhaltenen Signale sind.

Fig. 1 zeigt den Aufbau einer ersten Ausführungsform der Erfindung.

Gemäß Fig. 1 sind auf einer Kodeplatte A parallel zu einer Absolutwert-Musterspur P vom Einspurtyp, deren kleinste Leseinheit  $\lambda$  beträgt, eine erste Inkrementalmusterspur I1 mit einer Periode oder Schrittweite  $\lambda$  und eine zweite Inkrementalmusterspur I2 mit einer Periode  $\lambda/8$  ausgebildet. Eine erste Sensorgruppe umfaßt Photosensoren S1a bis S4a, eine zweite Sensorgruppe umfaßt Photosensoren S1b bis S4b. Photosensoren R1 und R2 erfassen die Spur I1 mit einer Phasendifferenz von  $\lambda/4$ , und ein Photosensor R3 erfaßt die Spur I2. Diese Sensoren sind an einem Detektorabschnitt B angeordnet, der durch eine gestrichelte Linie angedeutet ist.

Mit den Detektoren werden vier kleinste Leseinheiten erfaßt, die sich direkt nebeneinander auf der Spur P befinden. Das Ausgangssignal der ersten und der zweiten Sensorgruppe wird über eine Auswahl-schaltung E in eine Speicherschaltung M eingegeben. Die Ausgangssignale der Sensoren R1 und R2 werden in eine Interpolierschaltung C eingegeben, und das Ausgangssignal des Sensors R3 wird in eine Synchronisierschaltung D eingegeben.

Der Grund dafür, daß zwei Paare von Sensorgruppen auf der Spur P montiert sind, besteht darin, daß das Lesen der Spur außerhalb einer Grenze zwischen den kleinsten Leseinheiten erfolgen soll. Wenn die Lagebeziehung der Phasen zwischen der Kodeplatte A und dem Detektorabschnitt B um  $\lambda/2$  abweicht, schaltet die Auswahl-schaltung E von der ersten Sensorgruppe auf die zweite Sensorgruppe, und umgekehrt, um auf diese Weise diejenige Sensorgruppe auszuschalten, die sich an einer Grenze befindet. In Fig. 1 sind die Sensoren R1 bis R2 durch einfache Kreise angedeutet. Tatsächlich jedoch erfolgt die Erfassung unter Verwendung einer zyklischen Eigenschaft der Muster, wie in Fig. 7A dargestellt ist, wobei jedes Ausgangssignal der Sensoren R1 bis R3 eine Pseudo-Sinuswelle ist, die innerhalb einer Periode einmal nach oben und nach unten geht.

Die Spur P repräsentiert sämtliche 4 Bits umfassen-

den Zyklusfolgen, wenn sie sich von einem Symbol im Uhrzeigersinn dreht, wobei weiße Abschnitte eine "0" und schwarze Abschnitte eine "1" bedeuten, so daß man folgende Sequenz erhält:

0000100110101111.

Sämtliche Codes der vier Stellen umfassenden Zahlen der Sequenz unterscheiden sich voneinander. Wenn sich gemäß Fig. 1 der Detektorabschnitt B im Uhrzeigersinn immer weiter verschiebt, werden vier Bits umfassende Codes erhalten, indem man die Ausgangssignale der Photosensoren S1 bis S4 kombiniert. Insgesamt erhält man sechzehn verschiedene Codes: 0000, 0001, 0010, 0100, 1001, 0011, 0110, 1101, 1010, 0101, 1011, 0111, 1111, 1110, 1100 und 1000, wobei jeder dieser Codes bei einer Bewegung jeweils um  $\lambda$  anfällt. Die Codes bedeuten jeweils eine von sechzehn absoluten Positionen. Diese Codes werden in der Speicherschaltung E nach Maßgabe einer Bezugsliste in vier Bits umfassende Codes aufsteigender oder absteigender Reihenfolge umgesetzt.

In der Spur I1 werden von den Sensoren R1 und R2 zwei Pseudo-Sinuswellen mit einer Phasendifferenz von  $\lambda/4$  erfaßt. Paare von Rechteckwellen 1a und 1b, 2a und 2b sowie 3a und 3b, die drei Arten von Zyklen mit der Periode  $\lambda$ , der Periode  $\lambda/2$  und der Periode  $\lambda/4$  umfassen, und deren Phasen in einem bestimmten Verhältnis bei jedem Zyklus variieren, wie in Fig. 3 gezeigt ist, werden aus diesen beiden Pseudo-Sinuswellen generiert. Diese Rechteckwellen werden in die Synchronisierschaltung D eingegeben. Die Synchronisierschaltung D erzeugt die Rechteckwellen d1, d2 und d3 aus den Rechteckwellen 1a und 1b, 2a und 2b, sowie 3a und 3b, als einen Standard oder eine Norm einer Rechteckwelle, die aus einem Ausgangssignal des Sensors R3 gebildet wird. Das Umschalten der ersten Sensorgruppe und der zweiten Sensorgruppe in der oben beschriebenen Auswahlrichtung E erfolgt abhängig von dem Pegel (H, L) dieser Rechteckwelle d1.

Ähnlich wie bei dem Absolutwert-Kodierer nach Fig. 6, werden hier acht Codes in jeder Phasenposition bei jeweils  $\lambda/8$  erhalten: 111, 110, 101, 100, 011, 010, 001 und 000. Damit lassen sich also aus den vier Ziffern höherer Ordnung, die aus den vier Bits umfassenden Signalen der Spur P erhalten werden, den drei Ziffern mittlerer Ordnung aus den Bit-Signalen der Rechteckwellen d1 bis d3 und der einen Ziffernstelle niedrigster Ordnung aus dem ein Bit umfassenden Signal aus der Spur I2 Absolutwert-Positionsinformationen erhalten, die insgesamt 8 Bits, das sind 256 Phasenpositionen innerhalb eines Zyklus der Kodeplatte A, unterscheiden.

Fig. 2 ist ein Schaltplan einer Schaltung für eine Analog-Operation in der Interpolierschaltung C und eine Synchronisier-Verarbeitung in der Synchronisierschaltung D.

Fig. 3 ist ein Impulsdiagramm, welches eine Analog-Operation in der Interpolierschaltung C sowie eine Synchronisier-Verarbeitung in der Synchronisierschaltung D veranschaulicht.

Gemäß Fig. 2 setzt sich die Interpolierschaltung C zusammen aus zwei Analog-Digital-Umsetzern Ca und Cb, einem Teiler Ce, einer Bezugsliste Cf für  $\tan^{-1}$ , während sich die Synchronisierschaltung D aus Auswahlrichtungen Da, Db und Dc zusammensetzt.

Die Sensoren R1 und R2 lesen zwei sinusförmige Eingangssignale ra und rb mit einer Phasendifferenz von  $\lambda/4$ . Die Eingangssignale ra und rb werden in die Analog-Digital-Umsetzer Ca beziehungsweise Cb in der In-

terpolierschaltung C eingegeben und dort in digitale Signale umgesetzt, welche abhängig von den Spannungspegeln numerische Werte repräsentieren.

In der Teilerschaltung Ce werden digitale Werte a und b, die dem Mittelpotential entsprechen, von den Digitalwerten rad und rbd subtrahiert, welche von den Analog-Digital-Wandlern Ca und Cb in Digitalwerte umgesetzt wurden. Anschließend wird der Wert (rad-a) durch (rbd-b) dividiert, und das Ergebnis wird an die Bezugslisten-Schaltung Cf gegeben.

Die Bezugsliste Cf vergleicht die Werte der  $\tan^{-1}$ -Kurve für jedes mögliche Phasenposition  $\Theta$  innerhalb des Zyklus  $\lambda$  mit dem Verhältnis (rad-a)/(rbd-b), stellt fest, welcher Phasenposition  $\Theta$  der Wert entspricht, und gibt sechs Rechtecksignale 1a, 1b, 2a, 2b, 3a und 3b aus, die in Fig. 3 gezeigt sind. Das heißt, die Rechteckwellen umfassen die Wellen 1a und 1b für einen Zyklus oder eine Periode von  $\lambda$ , die hier bei etwa  $\pm\lambda/8$  der Phasenlage  $\Theta$  entsprechen, Wellen 2a und 2b mit der Periodendauer  $\lambda/2$ , die etwa einer Phasenposition  $\Theta$  von  $\pm\lambda/16$  entsprechen, und Wellen 3a und 3b mit einer Periodendauer von  $\lambda/4$ , die bei etwa  $\pm\lambda/32$  liegen.

Danach werden die Rechteckwellen 1a, 1b, 2a, 2b, 3a und 3b in die Synchronisierschaltung D eingegeben. Die Auswahlrichtung Da erzeugt aus den Rechteckwellen 3a und 3b unter Verwendung eines aus einer Sinuswelle, die von dem Sensor R3 aus der Spur I2 gelesen wird, erzeugten Inkrementalsignals d4, das die Periodendauer  $\lambda/8$  hat, ein Inkrementalsignal d3, das mit dem Signal d4 synchronisiert ist. Durch Auswahl des Rechtecksignals 3a zu dem Zeitpunkt, zu dem das Signal d4 den Pegel "1" hat, und des Rechtecksignals 3b zu dem Zeitpunkt, zu dem das Signal den Pegel "0" hat, wird ein Signal d3 mit der Anstiegs- und der Abfallphase des Signals d4 erhalten.

In der gleichen Weise, wie es oben ausgeführt ist, erzeugt die Auswahlrichtung Db aus den Rechteckwellen 2a und 2b unter Verwendung des eine Periodendauer  $\lambda/4$  aufweisenden Signals d3 ein Inkrementalsignal d2, das eine Periodendauer  $\lambda/2$  besitzt und mit den Signalen d3 bis d4 synchronisiert ist. Das heißt: Die Auswahlrichtung wählt die Rechteckwelle 2a zu der Zeit aus, zu der das Signal d3 den Pegel "1" hat, und wählt die Rechteckwelle 2b zu der Zeit aus, zu der das Signal d3 den Pegel "0" hat.

Die Auswahlrichtung Dc erzeugt ein die Periodendauer  $\lambda$  aufweisendes Inkrementalsignal d1, welches mit den Signalen d2 bis d4 synchronisiert ist, aus den Rechteckwellen 1a und 1b unter Verwendung dieses Signals d2, welches eine Periodendauer  $\lambda/2$  besitzt. Hierzu wählt die Auswahlrichtung die Rechteckwelle 1a zu der Zeit aus, zu der die Rechteckwelle d2 den Pegel "1" hat, während die Rechteckwelle 1b zu der Zeit ausgewählt wird, zu der die Rechteckwelle d2 den Pegel "0" hat.

Fig. 3 zeigt die Rechteckwellen d1 bis d3, die mit der Rechteckwelle d4 von der Synchronisierschaltung D synchronisiert sind. Diese Inkrementalsignale d1 bis d4 umfassen eine vierstellige absolute Positionsinformation, wobei sich alle  $\lambda/16$  eine gegenseitige Verschiebung der Phasenposition über die Länge  $\lambda$  zwischen der Kodeplatte A und dem Detektorabschnitt B ergibt.

Fig. 4 ist eine typische Vertikal-Schnittansicht eines Absolutwert-Kodierers einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 5A und 5B veranschaulichen die Arbeitsweise des Absolut-Kodierers gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung, wobei Fig. 5A ein Impulsdia-



gramm jedes Inkrementalsignals ist und Fig. 5B einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 5A zeigt, betrachtet im Bereich  $\lambda$ .

In einem Beispiel der zweiten Ausführungsform ist eine Inkrementalspur I1 mit einer Periode  $\lambda$  parallel zu der zweiten Inkrementalspur I2 mit einer Periode  $\lambda/8$  in der Absolutwert-Spur P auf der Kodeplatte A angeordnet, und gegeneinander um  $\lambda/16$  versetzte acht Sensoren K1 bis K8 sind entlang der Spur I1 angeordnet.

Wie aus Fig. 5A hervorgeht, steigen die Rechteckwellen k1 bis k8 mit der Periodendauer  $\lambda$  mit einer Phasendifferenz von  $\lambda/8$  ( $22,5^\circ$ ) an. Diese Signale werden an den Ausgängen der Sensoren K1 bis K8 erzeugt. Das zweite Inkrementalsignal d4 wird mit einer Periodendauer  $\lambda/8$  von der Spur I2 erzeugt. Ähnlich wie beim ersten Ausführungsbeispiel erfassen zwei Sensoren eine kleinste Leseinheit, zum Beispiel p1 und p2 mit der Phasendifferenz von  $\lambda/2$ .

Man kann den Rechteckwellen k1 bis k8 leicht Zahlen 0 bis 7 zuordnen. Damit wird ein Signal C1 ausgegeben. Es ist nicht möglich, daß die Phasendifferenz des Signals C1 und des Signals d4 den Wert "0" hat, unabhängig davon, wo das Signal C1 ausgegeben wird und das Signal d4 positioniert ist. Die Phasendifferenz zwischen dem Signal C1 und dem Signal d4 hat die in Fig. 5B veranschaulichte Form.

Da eine mit dem Signal d4 synchronisierte absolute Positionsangabe erhalten werden sollte, werden Signalmuster C2 erhalten, indem das Ausgangssignal C1 folgendermaßen verarbeitet wird:

	d4	L	H
C1	Gerade Zahl	C1/2	(C1-2)/2
	Ungerade Zahl	(C1-1)/2	(C1-1)/2

In Fig. 5A wird das Signal p2 ausgewählt, wenn die Zahlen 0 und 1 sind, und es wird das Signal p1 ausgewählt, wenn die Zahlen 2 und 3 sind, wodurch das Signal p erhalten wird. Durch Verarbeitung der Signale in der oben beschriebenen Weise erhält man eine mit d4 synchronisierte absolute Positionsangabe.

#### Patentansprüche

##### 1. Absolutwert-Kodierer, umfassend:

- eine Kodeplatte (A) mit einem Einspur-Absolutwert-Muster, bei dem die Länge der kleinsten Leseinheit  $\lambda$  ist, mit einem ersten Inkrementalmuster einer Periode  $\lambda$ , und einem zweiten Inkrementalmuster mit einer Periode  $2^{-n}\lambda$ , wobei jedes der Muster auf der Kodeplatte (A) ausgebildet ist,
- einen Detektorabschnitt (B) mit einer Einrichtung zum Erfassen der Absolutwert-Muster derart, daß ein Absolutwert-Mustersignal erhalten wird, einer Einrichtung zum Erfassen des ersten Inkrementalmusters (I1) derart, daß ein erstes Inkrementalsignal erhalten wird, und einer Einrichtung zum Erfassen des zweiten Inkrementalmusters (I2) derart, daß ein zweites Inkrementalsignal erhalten wird,

wobei der Detektorabschnitt (B) relativ zu der Kodeplatte (A) beweglich ist,

- eine erste Interpoliereinrichtung zum Erzeugen eines interpolierten ersten Inkrementalsignals, das einen kürzeren Zyklus besitzt, mit Hilfe einer Interpolation auf der Grundlage des ersten Inkrementalsignals, und

talsignals, das einen kürzeren Zyklus besitzt, mit Hilfe einer Interpolation auf der Grundlage des ersten Inkrementalsignals, und

- eine Synchronisiereinrichtung (D) zum Synchronisieren des interpolierten ersten Inkrementalsignals und des zweiten Inkrementalsignals derart, daß ein synchronisiertes erstes Inkrementalsignal erhalten wird,

wobei das Absolutwert-Mustersignal, das zweite Inkrementalsignal und das synchronisierte erste Inkrementalsignal eine relative Lagebeziehung zwischen der Kodeplatte (A) und dem Detektorabschnitt (B) angeben.

##### 2. Absolutwert-Kodierer, umfassend:

- eine Kodeplatte (A) mit einem Einspur-Absolutwert-Muster, bei dem die Länge der kleinsten Leseinheit  $\lambda$  ist, mit einem ersten Inkrementalmuster einer Periode  $\lambda$ , und einem zweiten Inkrementalmuster mit einer Periode  $2^{-n}\lambda$ , wobei jedes der Muster auf der Kodeplatte (A) ausgebildet ist,
- einen Detektorabschnitt (B) mit einer Einrichtung zum Erfassen der Absolutwert-Muster derart, daß ein Absolutwert-Mustersignal erhalten wird, einer Einrichtung zum Erfassen des ersten Inkrementalmusters (I1) derart, daß ein erstes Inkrementalsignal erhalten wird, und einer Einrichtung zum Erfassen des zweiten Inkrementalmusters (I2) derart, daß ein zweites Inkrementalsignal erhalten wird, wobei der Detektorabschnitt (B) relativ zu der Kodeplatte (A) beweglich ist,
- eine erste Interpoliereinrichtung zum Erzeugen eines interpolierten ersten Inkrementalsignals, das einen kürzeren Zyklus besitzt, mit Hilfe einer Interpolation auf der Grundlage des ersten Inkrementalsignals,
- eine zweite Interpoliereinrichtung zum Erzeugen eines interpolierten zweiten Inkrementalsignals, das einen kürzeren Zyklus besitzt, mit Hilfe einer Interpolation auf der Grundlage des zweiten Inkrementalsignals, und
- eine Synchronisiereinrichtung zum Synchronisieren des interpolierten ersten Inkrementalsignals und des interpolierten zweiten Inkrementalsignals derart, daß ein synchronisiertes erstes Inkrementalsignal erhalten wird,

wobei das Absolutwert-Mustersignal, das interpolierte zweite Inkrementalsignal und das synchronisierte erste Inkrementalsignal eine relative Lagebeziehung zwischen der Kodeplatte und dem Detektorabschnitt angeben.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 2

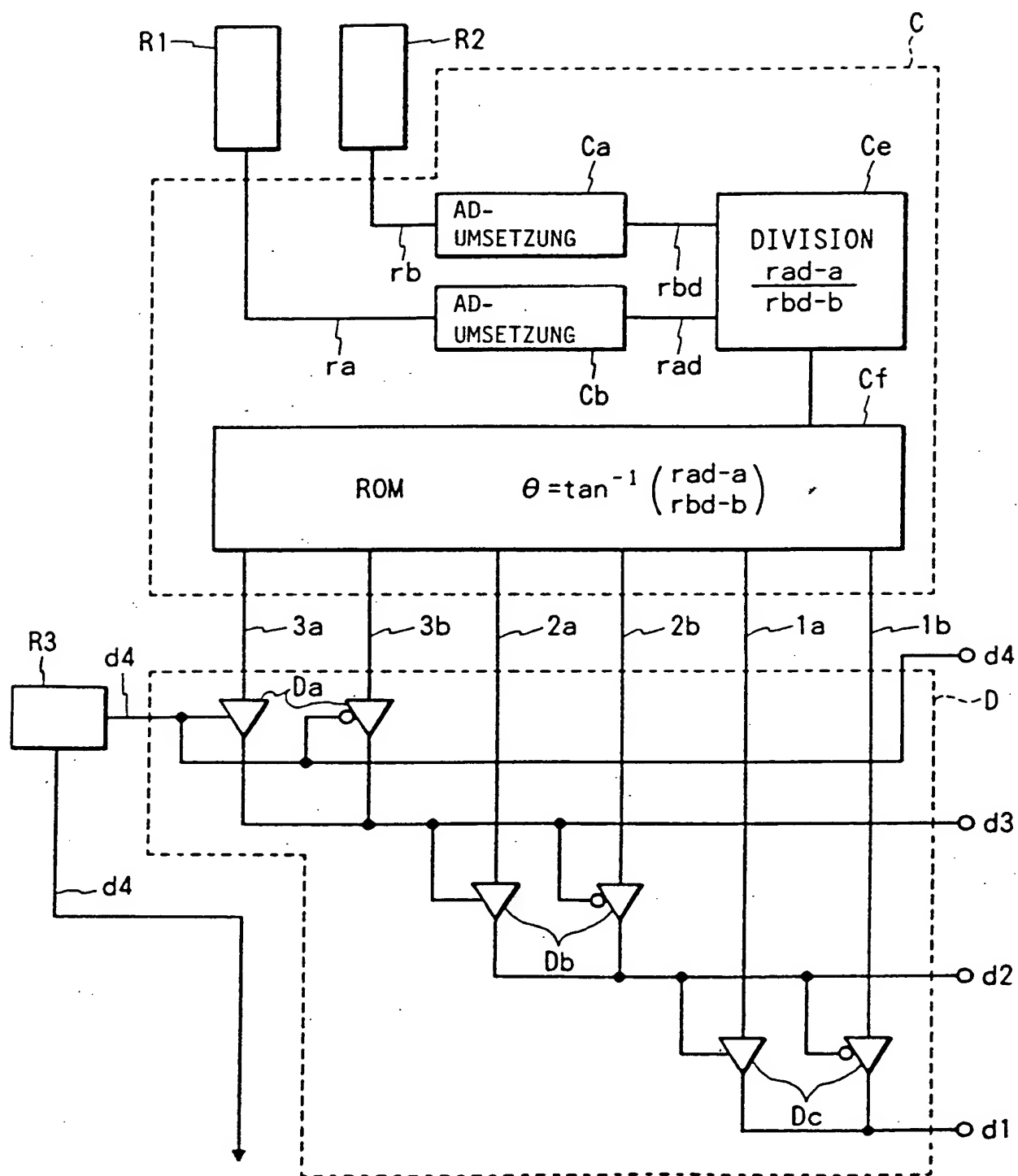




FIG. 3

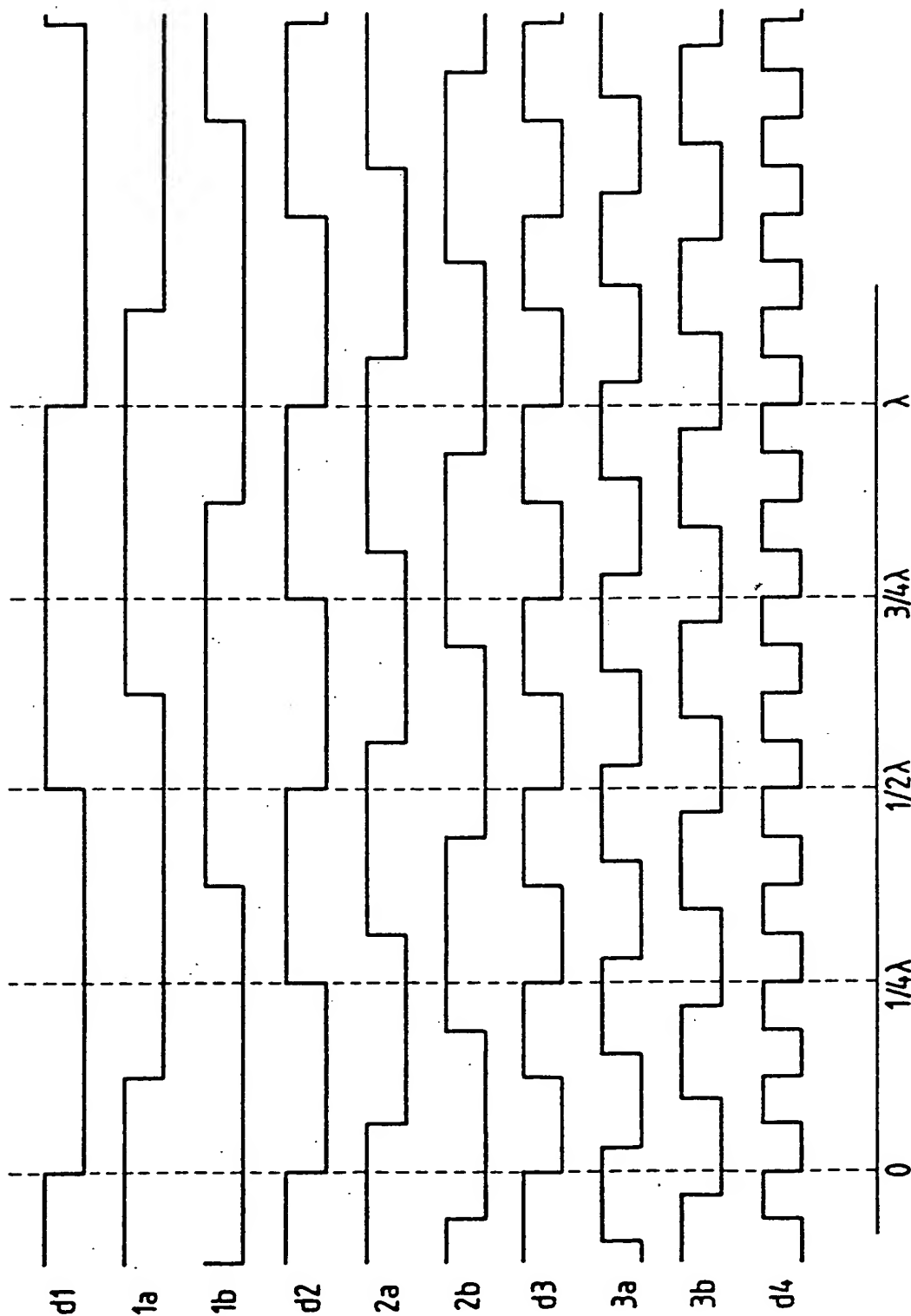


FIG. 4

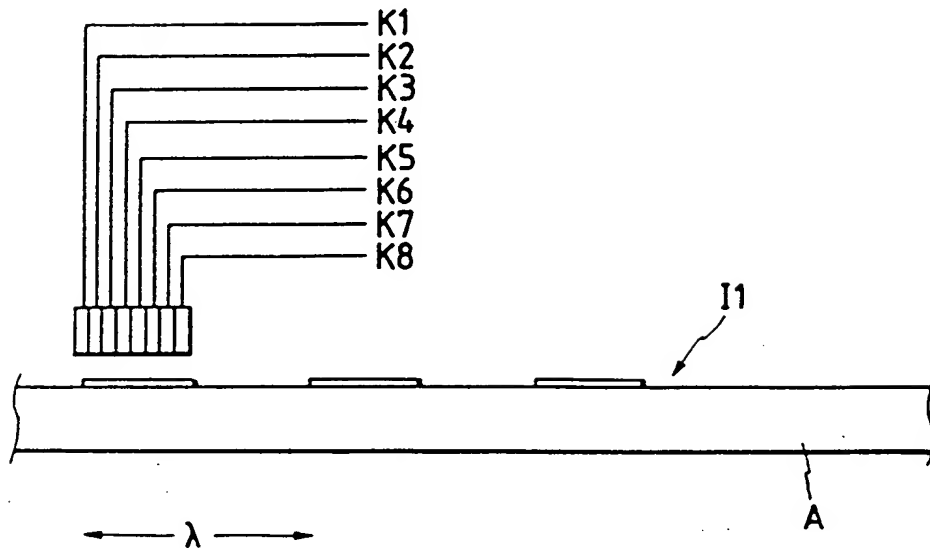
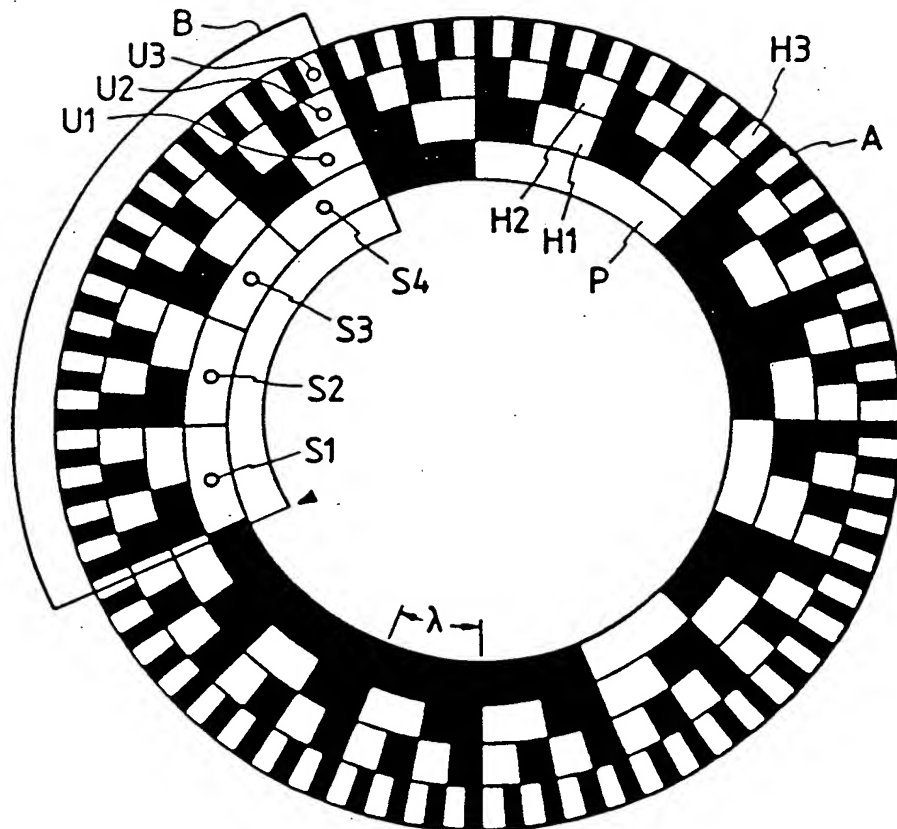


FIG. 6



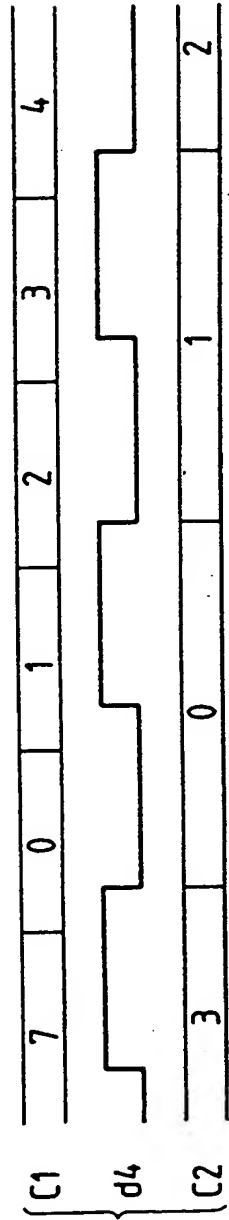
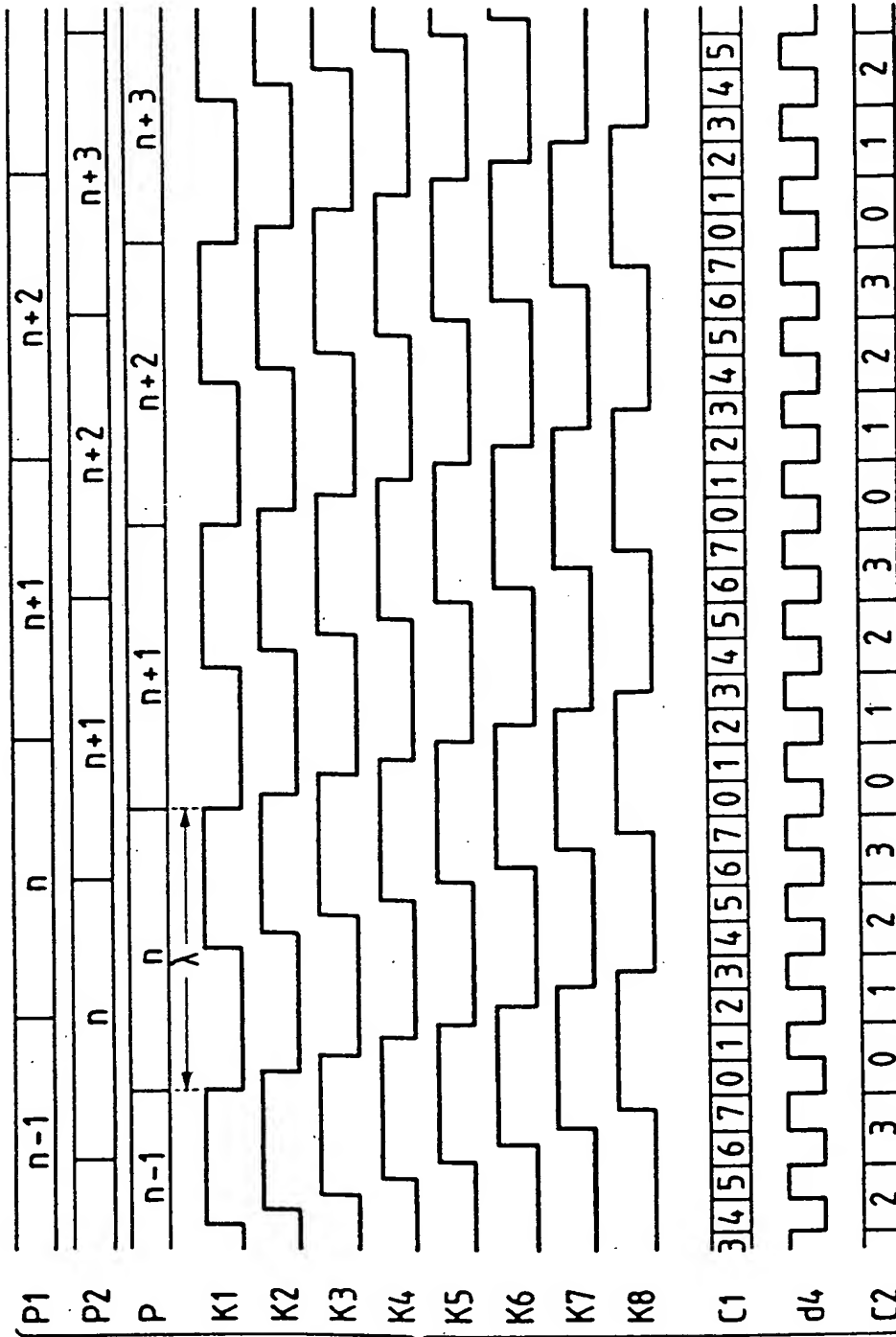


FIG. 7A

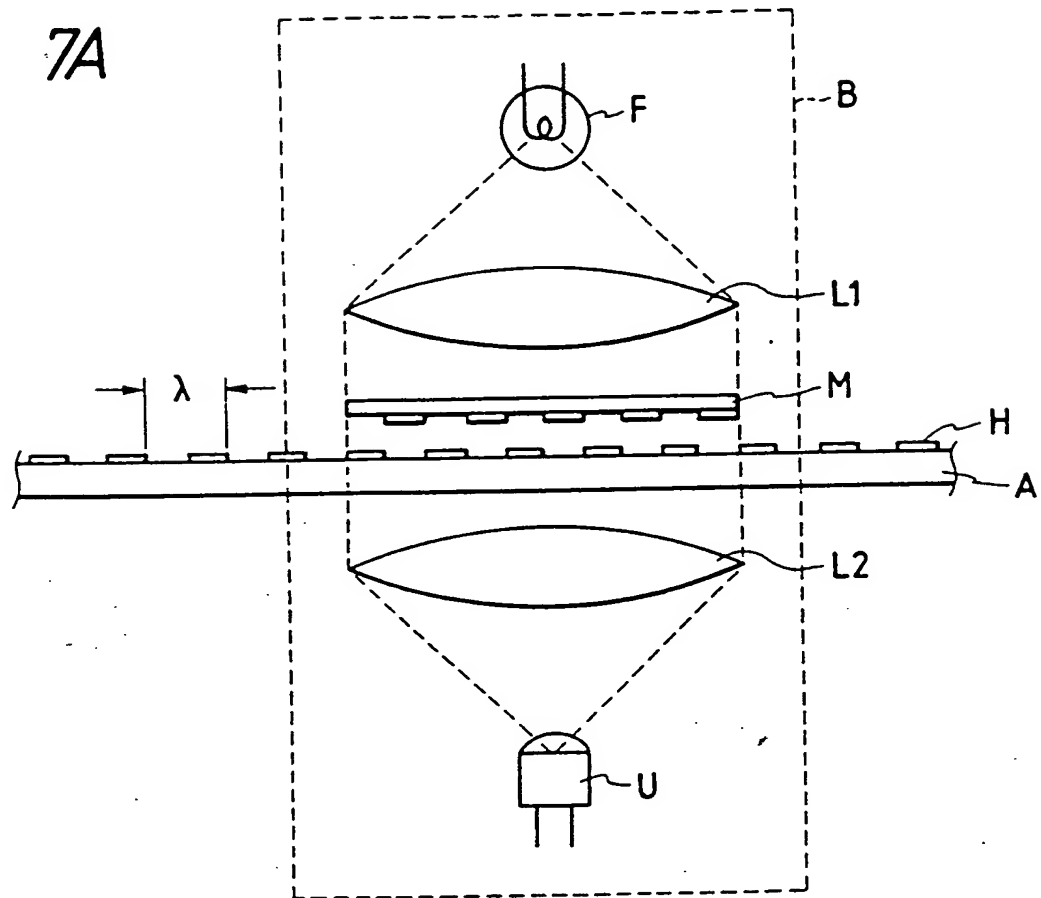


FIG. 7B

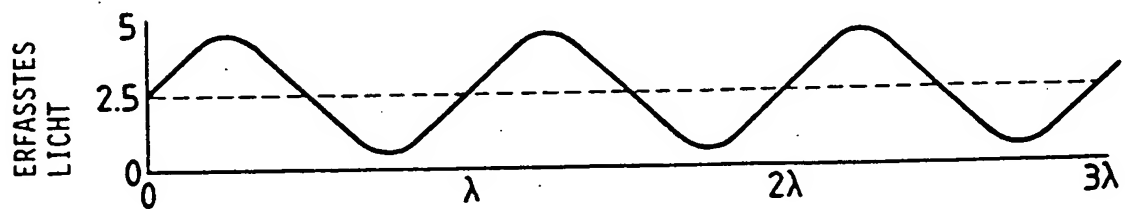


FIG. 7C

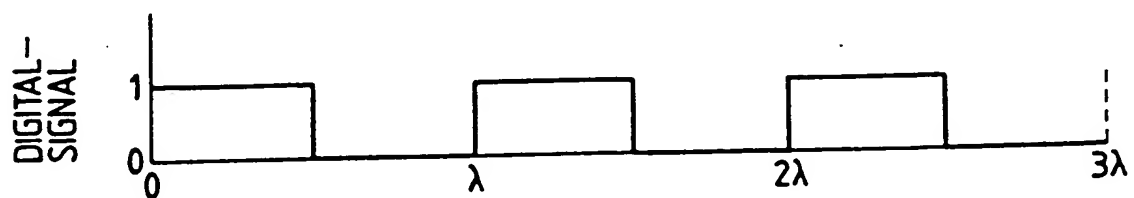
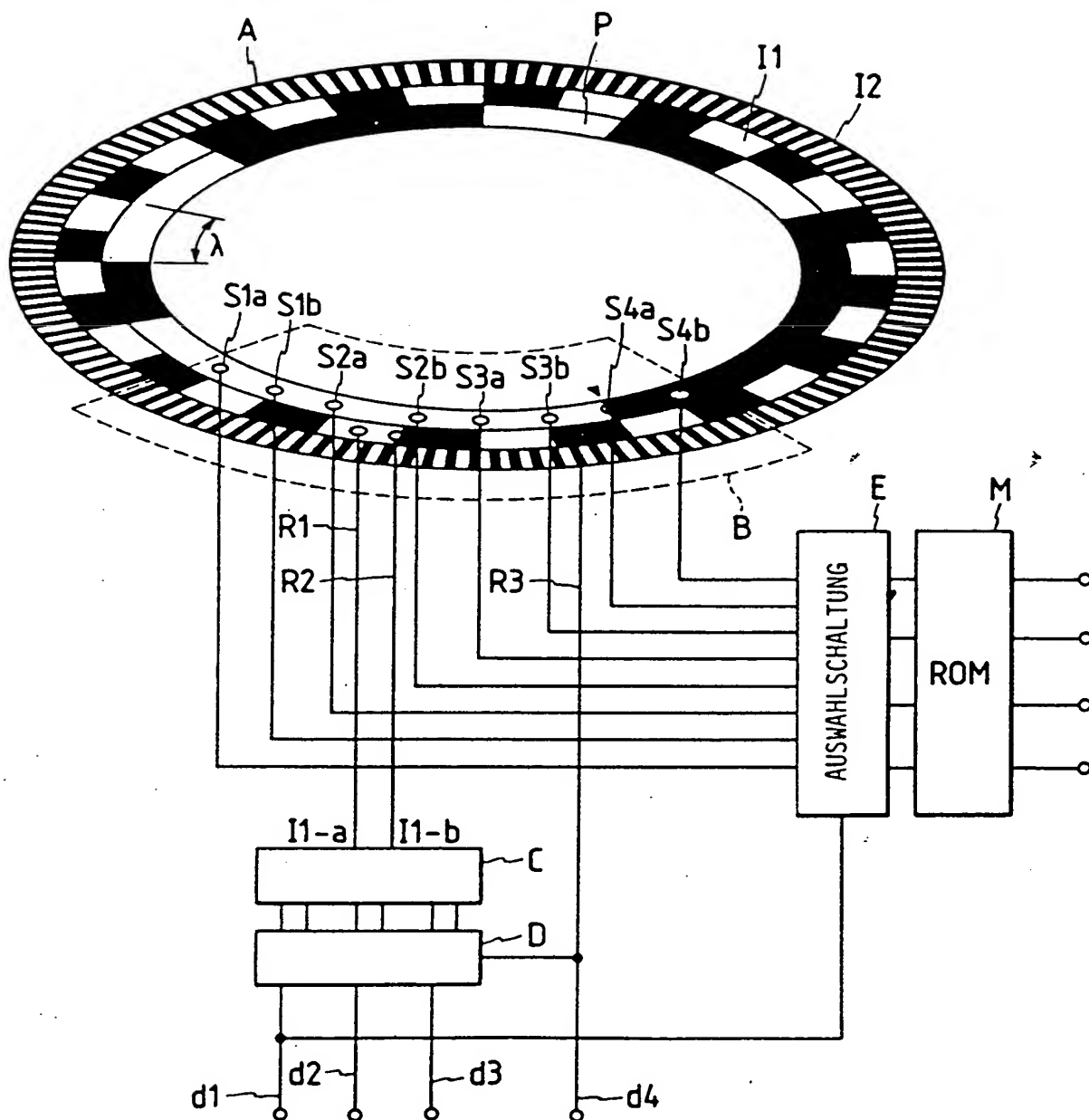


FIG. 1



1/9/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

008906607 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1992-033876/199205

XRPX Acc No: N92-025875

**Absolute value coder with single-track absolute value pattern - is formed**

**on coding plate with length of smallest read-out unit equal to incremental pattern period**

Patent Assignee: NIKON CORP (NIKR )

Inventor: IMAI M; MATSUMOTO T; OHNO K

Number of Countries: 002 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4123722	A	19920123	DE 4123722	A	19910717	199205 B
US 5252825	A	19931012	US 91728269	A	19910711	199342

Priority Applications (No Type Date): JP 90187988 A 19900718

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
US 5252825	A		12	G01D-005/34	

Abstract (Basic): DE 4123722 A

The single-track absolute value pattern is fitted on a code plate

(A) with the length of the smallest read-out units equaling the first

incremental pattern of a period, and specified second incremental pattern such that each pattern is formed on the plate. A detector sector (B) picks-up the absolute value pattern such that a pattern signal is obtained.

A first incremental signal is obtained from scanning of the first

incremental pattern (I1). The second incremental pattern (U2) is scanned to obtain a second incremental signal. The detector sector is

relatively movable w.r.t. the plate. An interpolator generates an interpolated incremental signal with a shorter cycle. A

synchroniser

completes the coder.

ADVANTAGE - High resolution power without a number of increased

incremental tracks. (12pp Dwg.No.1/7)

Abstract (Equivalent): US 5252825 A

The coder comprises a code plate having a 1-track type absolute pattern whose min reading unit length is  $\lambda$ , a first incremental

pattern with a pitch  $\lambda$ , and a second incremental pattern with pitch  $2$  to power  $(-n)\lambda$ .

The device also comprises a detector section, which is movable relative to the code plate, which includes a detector detecting the absolute pattern and obtaining an absolute pattern signal, a detector

detecting a first incremental pattern and obtaining a first incremental

signal, and a detector detecting a second incremental pattern and obtaining a second incremental pattern signal. A shorter cyclic incremental signal is generated from the first incremental signal by interpolating and the shorter cyclic signal is synchronized with the second incremental signal. The absolute pattern signal, the second incremental signal and the synchronized first incremental signal represent the relative positional relationship between the code plate and the detector section.

USE/ADVANTAGE - As encoder with single track absolute pattern, which reads-out absolute positional data. Improved resolution by using interpolation principle.

Dwg.1/7

Title Terms: ABSOLUTE; VALUE; CODE; SINGLE; TRACK; ABSOLUTE; VALUE; PATTERN

; FORMING; CODE; PLATE; LENGTH; READ-OUT; UNIT; EQUAL; INCREMENT; PATTERN  
; PERIOD

Derwent Class: S02; U21; W05

International Patent Class (Main): G01D-005/34

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-A03B; U21-A03J1; W05-D01

?